

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การประเมินความเค้นตกค้างในกระบวนการการอบไม้ยางพารา
Residual Stresses Evaluation for Rubberwood in the Convective
Drying Process

คณะนักวิจัย

รองศาสตราจารย์ ดร.ธเนศ รัตนวิไล

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์

Kaung Myat Thu

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์

โครงการนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก งบประมาณแผ่นดิน

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ประจำปีงบประมาณ 2562 รหัสโครงการ ENG620214S

บทคัดย่อ

ไม้ยางพารานับเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของประเทศไทย โดยก่อนการใช้งานต้องผ่านกระบวนการอบเพื่อให้มีความชื้นไม้ที่เหมาะสม กระบวนการอบเป็นขั้นตอนที่ใช้พลังงานสูงและเป็นปัญหาสำคัญของอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ โดยอาจส่งผลให้เกิดไม้เสียหลังจากผ่านกระบวนการอบเนื่องจากค่าความเค้นตกค้างที่เกิดขึ้นขณะทำการอบ ดังนั้นวัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยนี้คือการประเมินค่าความเค้นตกค้างของไม้ยางพาราขณะทำการอบโดยอ้างอิงจากค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อนของไม้ เพื่อลดการบิดงอของเนื้อไม้ อันจะส่งผลกระทบต่อการเสีรูปของไม้และทำให้คุณภาพไม้ลดลง ขั้นตอนอบไม้ยางพาราจะผ่านการอบด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 60°C 80°C และ 100°C ตามลำดับ แล้วทดสอบสมบัติเชิงกลของชิ้นทดสอบเพื่อใช้เป็นตัวบ่งชี้ในการเลือกอุณหภูมิที่เหมาะสมในการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อนของไม้ยางพารา แล้วจึงเริ่มทำการวัดค่าความเครียดของชิ้นทดสอบด้วยสเตรนเกจในสองทิศทาง ทั้งด้านสัมผัส (T) และด้านรัศมี (R) ที่ค่าความชื้นของไม้ยางพารา 3 ระดับ ได้แก่ ความชื้นสูงกว่า 60% เท่ากับ 12% และ 0% ตามลำดับ เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมแปรรูปไม้มากยิ่งขึ้น จึงทำการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อนของไม้แดงและไม้สะเดา เทียบภายใต้การทดสอบเดียวกันกับไม้ยางพาราอีกด้วย นอกจากนี้ได้มีการทวนสอบค่าความเชื่อมั่นของสเตรนเกจ โดยทำการทดสอบวัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อนคงที่ในทุกทิศทาง ได้แก่ อลูมิเนียมและทองแดง ซึ่งผลการทดลองให้ค่าที่สอดคล้องกับค่ามาตรฐานที่ระบุไว้ในหนังสือคู่มือ ผลจากงานวิจัยพบว่าค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อนของไม้ยางพาราในทิศทางด้านสัมผัส (T) มีค่าสูงกว่าด้านรัศมี (R) ชิ้นทดสอบไม้ยางพารามีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อนสูงสุดที่ค่าความชื้น 12% นอกจากนี้ยังทำการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อนของไม้ยางพาราด้วยการคำนวณจากค่าความถ่วงจำเพาะ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อนที่ได้มีค่าไม่แตกต่างจากวิธีการใช้ค่าความเครียดของสเตรนเกจ การหาค่าความเค้นตกค้างของไม้ยางพาราที่ความชื้น 12% โดยใช้ผลการวัดค่าโมดูลัสยืดหยุ่น อัตราส่วนของปิวของค์และค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อนของไม้ยางพารา ให้ค่าความเค้นตกค้างในทิศทางด้านสัมผัส (T) และด้านรัศมี (R) ที่มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ถูกรายงานไว้ในการสำรวจเอกสาร โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน = 0.15 ค่าเฉลี่ยรากที่สองของกำลังสองของความคลาดเคลื่อน = 0.123 และค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์ของความคลาดเคลื่อน = 0.12 ตามลำดับ

ABSTRACT

Nowadays, rubberwood (*Hevea brasiliensis*) is the one of the profitable cash crops in Thailand. Rubberwood drying is also an energy-intensive process and in wood industry, the drying defects are the main problem, being faced after drying process due to ineliminable residual stresses occurred in wood during the process. The main objective of this study is to evaluate these residual stresses for rubberwood in drying based on the coefficient of thermal expansion (CTE) values in order to minimize the distortions of wood. Rubberwood specimens were first dried at three different hot air temperatures of 60°C, 80°C, and 100°C, respectively and the mechanical properties of dried rubberwood samples were then tested as the preliminary experiments to determine the suitable temperature condition for the further determination of the CTEs of the rubberwood samples. The measurements of CTEs of rubberwood in tangential (T) and radial (R) directions were carried out by using strain gages at three different moisture content (MC) conditions: above 60%, at 12% and almost 0% MC (dry state). In order to get more knowledge about the thermal expansion of wood, the CTEs of red wood (*Xylia xylocarpa*) and sentang (*Azadirachta excelsa*) were also determined with the same condition as rubberwood. The apparatus was first calibrated against pure aluminium (Al) and copper (Cu) samples and the findings agreed well with the existing CTE values from the typical handbook. Based on the findings of this work, the CTEs of rubberwood in T direction were higher than that of rubberwood in R direction. The rubberwood samples had the highest CTEs values at 12% MC. No significant differences were also found between the experimental and the computed CTEs values in a dry condition as a function of the specific gravity of the rubberwood. The residual stresses of rubberwood at 12 % MC in T and R directions were then evaluated based on the modulus of elasticity (MOE) and Poisson ratio values of rubberwood and the CTE values obtained from the strain gage approach at different temperature levels. The average results in T direction obtained from the present study showed relatively closed with the reported value in literature with the statistical values of standard error (SE) = 0.15, root mean square error (RMSE) = 0.123, and mean absolute error (MAE) = 0.12, respectively.